植 物 分 类 学 报 29 (4)：315—334 (1991)
Acta Phytotaxonomica Sinica

四川金佛山藓类植物区系的研究*

胡晓云　　吴鹏程

（中国科学院植物研究所，北京，100093）

STUDY ON THE MOSSFLORA OF MT. JINFU, SICHUAN PROVINCE**

HU XIAO-YUN　　WU PAN-CHENG

(*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing* 100093)

Abstract Mt. Jinfu, located at 29°05′N, 107°10′E, is the highest mountain in the southeastern part of Sichuan Province, and is the northern extension of the Dalou Mountains of Guizhou Province. Its main peak is 2251 m above the sea level, and its bottom is only 600 m.

Since 1920s′, Professor P. C. Chen etc.collected about 400 packages of mosses from Mt. Jinfu. In 1986 and 1987, the present authors and M. Z. Wang collected about 1500 packages of mosses in the same mountain. From all these specimens, 40 families, 133 genera and 245 species, (including 4 subspecies, 9 varieties and 1 form)are identified, including 4 newly recorded species in China. Among them 9 families, 60 genera and 169 species of mosses are first found in Mt. Jinfu.

Concerning the elements of the mossflora of Mt. Jinfu, East-Asiatic elements are the most important ones (33.77%), and the Holarctic elements (28.57%) and the tropical and subtropical elements (24.68%) are also abundant there (Table 1).

The bryoflora of Mt. Jinfu is a part of the bryoflora of Central China, which was recognized by P. C. Chen in 1958. Comparison between the bryofloras of Mt. Jinfu in Southwest China, the Qinling Range in Northwest China and Mt. Shennongjia in Central China seems to show that these bryofloras are the transitional ones between North and South China. The tropical and subtropical elements, such as *Duthiella speciosissima*, *Meteorium helminthocladum*, *Chrysocladium retrorsum* and *Homaliodendron scalpellifolium* etc., extend northwards to the southern slope of the Qinling Range. However, the Holarctic ones, *Cratoneuron filicinum* and *Aulacomnium heterostichum* etc, widely distributed in Europe, North Asia and North China, are now known from Mt. Jinfu.

---

* 国家自然科学基金资助项目。

本工作整理时得到罗健馨先生的热情帮助，野外工作承汪楣芝给予全力协助。论文的撰写蒙应俊生先生提出极其宝贵意见，汤彦承、洪德元、魏江春和邢公侠诸先生作了一系列指正。此外，傅连中同志为本工作专门采集标本并给予野外工作帮助，南川药物所刘正宇同志提供了珍贵标本和资料。一并谨此致谢。

1988.11.10 收稿。

** This project is supported by the National Natural Science Foundation of China.

Among the genera of mosses endemic to East Asia ll occur in Mt. Jinfu. In fact, East–Asiatic genera in Mt. Jinfu consist of Sino–Japanese elements and Sino–Himalayan ones. The overlapping of the above two elements in Mt. Jinfu (Fig.1) shows the transitional characteristic of its bryoflora. They are corresponding to the geographical location and the characteristic of the climate of Mt. Jinfu.

The ordination method was also used for calculating the bryofloras of 9 major mountains or regions (including Mt. Jinfu) in China (Fig.2). The relationships of the bryoflora between Mt. Huangshan and Mt. Wuyi are very close, and the bryofloras of West Sichuan and the Qinling Range are in another group. However, the bryoflora of Mt. Jinfu shows the transitional characteristic of the mossflora in China.

The concentrated distribution of the East–Asiatic endemic genera and the genera endemic to China in Mt. Jinfu may indicate that Mt. Jinfu and its neighbouring mountains are a distribution center.

Key words Mosses of Mt. Jinfu; Ordination method; Transitional mossflora.

摘要 通过半个世纪以来对金佛山近2000号藓类植物标本的鉴定，现确定金佛山藓类植物有40科、133属和245种（包括4亚种、9变种和1变型）。其区系成分以东亚成分为主（33.77%），其次为温带成分（28.57%）及热带、亚热带成分（24.68%）。文内还全面分析了金佛山藓类植物区系及我国南北8个山区藓类植物区系之间的关系，用排序方法统计它们之间的相似性与非相似性系数，并着重就金佛山藓类植物区系的过渡性特点作了探讨，提出在该山区与其邻近地区，存在一个苔藓植物东亚特有属的分布中心。

关键词 金佛山藓类植物；排序统计法；过渡性藓类区系

一、引　言

金佛山位于四川省东南部的南川县境内，以生长有“活化石”植物银杉而闻名（四川植被协作组 1980; 应俊生等 1983）。最早对金佛山藓类植物进行采集的是方文培，金发藓 *Polytrichum* commune Hedw.可能是他所采的最早的藓类标本。1935年，陈邦杰、贺贤育分别在那里采集了数十份苔藓植物标本。自1942年至1964年间，朱浩然、夏立群、铙钦止、陈义、熊济华和关克俭等先生也陆续从金佛山带回一些苔藓标本。1977—1988年，南川药物所刘正宇等在调查金佛山的植物资源时也采集了不少苔藓植物。傅连中在1986年采了少量的苔藓标本，并找到了附生在观音座莲叶面的叶附生苔类植物。

上述苔藓植物中的藓类标本共计400余号，其中的3个种由陈邦杰先生在1955年发表于《Bryophyta Nova Sinica》一文中，它们是：狭叶小黄藓直叶变种 *Daltonia angustifolia* Doz.et Molk.var. *strictifolia* (Mitt.) Fleisch.、原称作双灯藓的柔叶立灯藓 *Orthomnium japonicum* Broth. = *Orthomnium dilatatum* (Mitt.) Chen 和 *Trachypodopsis subulata* Chen，后者由 Zanten 在1959年归并入拟扭叶藓卷叶变种 *Trachypodopsis serrulata* (P. Beauv.) Fleisch.var.*crispatula* (Hook.) Zant.

1986年7—8月，我们和汪楣芝女士首次赴金佛山对苔藓植物进行了广泛的野外调查和采集。1987年8月本文第一作者又再次赴金佛山考察。两次采集共获得藓类植物

标本1500余号。1986—1987年苔藓植物的考察路线自竹木经营所(1500m)经中长岗(1750m)、凤凰寺(2150m)至金佛山的主峰风吹岭(2251m),再转北坡的狮子口(1950m)、洋芋坪(1600m)、大河坝电站及后河(600m),在500m左右的三泉和半河亦作了采集。此外,在风吹岭西侧的银杉保护区(1150—1700m)亦作了专门调查。

半个世纪以来,四川省已发现藓类植物44科、157属和350种(陈邦杰等1963,1978;黎兴江1963;Brotherus 1929;Chen 1955),其中31科、73属和74种藓类在金佛山有分布。现作者对所采约2000号藓类标本经显微镜鉴定,知金佛山共有藓类植物40科、133属和245种(包括4亚种、9变种和1变型),为该山区增加了9科、60属和169种的新记录),并为中国增加新分布4种和新种3种。此外,还鉴定了叶附生苔4科、4属和4种(见附录)。

二、金佛山的自然概况

金佛山位于四川盆地东南部的南川县境内(北纬29°05′,东经107°10′),其主峰风吹岭海拔2251m,为川东南地区的最高峰,属贵州大娄山东段的一条支脉(四川植被协作组,1980)。

金佛山形成于燕山运动后期,其后又受到喜马拉雅造山运动的影响,长期在内外应力相互作用下,形成了深沟狭谷、峭壁悬崖和大断层。山体主要由灰岩及石灰岩所组成,局部地区还分布有玄武岩、页岩、沙岩及变质岩等。土壤类型主要为分布海拔1400m以下的黄壤,其pH值为5—5.5,及海拔1400—2100m间的黄棕壤,pH值界于6.4—7。在局部山顶和平坦洼地为亚高山草甸土(吴征镒等1980;四川盆地陆相中生代地层古生物编写组1982;四川植被协作组1983)。

据位于1906.9m处金佛山气象站(1956—1980)的统计,该山区年降雨量达1382.1mm,年均温为8.3℃,年平均最高温12.0℃,年平均最低温6.1℃,常年平均相对湿度达90%,年平均日照数1087.2小时。

金佛山的植被属亚热带常绿阔叶林区域的中亚热带常绿阔叶林南部亚地带、川、滇、黔山丘栲类、木荷林区。金佛山的1600m以下地区为常绿阔叶林,以扁刺栲 *Castanopsis platyacantha*、巴东栎 *Quercus engleriana*、青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、曼青冈 *Quercus oxyodon*、包槲石栎 *Lithocarpus cleistocarpus* 及木荷 *Schima superba* 等为主;1600m以上为落叶常绿阔叶混交林,以嘉利树 *Carrierea calycina*、米心水青冈 *Fagus engleriana*、多种花楸 *Sorbus* spp.、巴东栎 *Quercus engleriana* 和大叶石栎 *Lithocarpus megalophyllus* 等为主要树种。此外,孑遗和珍稀植物有银杉 *Cathaya argyrophylla*、珙桐 *Davidia involucrata* 和水青树 *Tetracentron sinense* 等(吴征镒,1980;四川植被协作组,1980;应俊生等,1983)。

三、金佛山藓类植物区系成分分析

1.科、属和种的数目

金佛山藓类植物共40科、133属和245种,其中包括4亚种、9变种和1变型。分别占藓类全国总科数的63.49%、全国总属数的36.33%、全国总种数的15.97%。

2.区系成分分析

金佛山的藓类植物区系成分分析参照了吴征镒、王荷生(1983)的观点,可包括下列成

分(表1):

表1 金佛山藓类植物的区系成分

Table 1 The elements of the mossflora of Mt. Jinfu

区系成分 element	种数 species number	百分比(%) percentage
世界广布成分 Cosmopolitans*	14	—
泛热带成分 Pantropical elements	10	4.33
古热带成分 Paleotropical elements	6	2.60
热带亚洲-热带大洋洲成分 Tropical Asian and Oceanian elements	6	2.60
热带亚洲-热带非洲成分 Tropical Asian and Tropical African elements	2	0.87
热带亚洲-热带中美洲成分 Tropical Asian and Tropical Central American elements	1	0.43
热带亚洲成分 Tropical Asian elements	32	13.85
北温带成分 North Temperate elements	66	28.57
典型北温带成分 Typical North Temeprate elements	55	23.80
环极分布成分 Circumpolar elements	2	0.87
温带间断分布成分 Temperate disjunct elements	9	3.90
东亚-北美共有成分 East Asian and North American elements	7	3.03
旧大陆温带成分 Old World Temperate elements	4	1.23
温带亚洲成分 Temperate Asian elements	1	0.43
东亚成分 East Asian elements	78	33.77
日本-喜马拉雅成分 Japano-Himalayan elements	14	6.06
中国-喜马拉雅成分 Sino-Himalayan elements	8	3.46
中国-日本成分 Sino-Japanese elements	56	24.24
中国特有成分 Elements endemic to China	16	6.93
中国特有 Endemic to China	2	0.87
中国西南地区特有 Endemic to South-West China	7	3.03
四川-台湾间断分布 Sichuan and Taiwan disjunct distribution	4	1.73
金佛山特有 Endemic to Mt. Jinfu	3	1.30

* 未计算入百分比 excluded in the percentage.

现就上述区系成分分别举例说明:

(1)世界广布成分(Cosmopolitans)

它们为泥炭藓 *Sphagnum palustre*、鳞叶凤尾藓 *Fissidens taxifolius*、葫芦藓 *Funaria*

hygrometrica、虎尾藓 *Hedwigia ciliata* 和拟金发藓 *Polytrichastrum alpinum* 等。

(2)泛热带成分(Pantropical elements)

包括南亚曲柄藓 *Campylopus richardii*、大叶凤尾藓 *Fissidens grandifrons*、卷叶湿地藓 *Hyophila involuta*、截叶真藓 *Bryum truncorum*、拟三列真藓 *Bryum pseudotriquetrum* 狭叶小黄藓 *Daltonia angustifolia* 和狭叶小羽藓 *Bryohaplocladium angustifolium* 等。

(3)古热带成分(Paleotropical elements)

该成分有黄叶凤尾藓 *Fissidens sylvaticus*、大灰气藓 *Aerobryopsis subdivergens*、大羽藓 *Thuidium cymbifolium* 和拟多枝藓 *Haplohymenium pseudotriste* 等。

(4)热带亚洲及热带大洋洲成分(Tropical Asian and Oceanian elements)

金佛山有小扭叶藓 *Trachypus humilis*、垂藓 *Chrysocladium retrorsum*、蔓藓 *Meteorium miquelianum* 和树平藓 *Homaliodendron flabellatum* 等。

(5)热带亚洲至热带非洲成分(Tropical Asian and Tropical African elements)

有暖地大叶藓 *Rhodobryum giganteum* 和偏叶泽藓 *Philonotis falcata*。

(6)热带亚洲成分(Tropical Asian elements)

主要有曲尾藓科 Dicranaceae 的 2 属 2 种、凤尾藓科 Fissidentaceae 的 1 属 3 种、提灯藓科 Mniaceae 的 2 属 2 种、蔓藓科 Meteoriaceae 的 7 属 9 种、平藓科 Neckeraceae 的 1 属 2 种以及锦藓科 Sematophyllaceae 的 3 属 3 种。它们占金佛山藓类植物区系的 13.85%。

(7)北温带成分(North Temperate elements)

金佛山藓类植物主要种类属于下列的科:曲尾藓科 Dicranaceae 的 7 属 13 种、真藓科 Bryaceae 的 4 属 5 种、丛藓科 Pottiaceae 的 4 属 5 种、木灵藓科 Orthotrichaceae 的 4 属 5 种、青藓科 Brachytheciaceae 的 3 属 6 种、灰藓科 Hypnaceae 的 4 属 4 种、塔藓科 Hylocomiaceae 和金发藓科 Polytrichaceae 的 3 属 5 种等。

(8)东亚-北美成分(East Asian and North American elements)

有多疣悬藓 *Barbella pendula*、异枝皱蒴藓 *Aulacomnium heterostichum*、树藓 *Pleuroziopsis ruthenica*、小牛舌藓全缘亚种 *Anomodon minor* subsp. *integerrimus* 和苏氏绢藓 *Entodon sullivantii* 等。

(9)旧大陆温带成分(Old World Temperate elements)

有毛氏藓 *Molendoa hornschuchiana*、波叶匍灯藓 *Plagiomnium undulatum*、森林棉藓 *Plagiothecium nemorale* 和扁平棉藓 *Plagiothecium neckeroideum*。

(10)温带亚洲成分(Temperate Asian elements)

金佛山仅拟合睫藓 *Pseudosymblepharis angustata* 一种。

(11)东亚成分(East Asian elements)

此成分在金佛山藓类植物区系中极为重要。

本成分中除广泛分布喜马拉雅至日本的类型外,因种的分布中心不同,还可划分以下两个分布区类型。

①中国-喜马拉雅成分(Sino-Himalayan elements)

该成份有 8 种,常见的为粗垂藓 *Chrysocladium phaeum*、小蔓藓 *Meteoriella soluta*、

刺边毛柄藓 *Eriopus spinosus* 等。

②中国-日本成分(Sino-Japanese elements)

它们有拟小叶凤尾藓 *Fissidens tosaensis*、阔叶小石藓 *Weissia planifolia*、狭叶缩叶藓 *Ptychomitrium linearifolium* 和美绿锯藓 *Duthiella speciosissima* 等。

(12)中国特有成分(Elements Endemic to China)

现初步将金佛山藓类中的该成分分为四个类型。

①中国特有(Endemic to China)

现知金佛山仅1种:丝灰藓 *Giraldiella levieri*。

②我国西南地区特有(Endemic to South-West China)

金佛山有汤氏链齿藓 *Desmatodon thomsonii*、挺枝立灯藓 *Orthomnion handelii*、多蒴立灯藓 *O.nudum*、中华白齿藓 *Leucodon sinensis*、滇蕨藓 *Pseudoterobryum tenuicuspis*、中华厚边藓 *Sciaromiopsis sinensis* 和疣齿藓 *Scabridens sinensis*。

③四川-台湾间断分布(Sichuan and Taiwan disjunct distribution)

金佛山现知有台湾拟扭叶藓 *Trachypodopsis formosana* 和台湾棉藓 *Plagiothecium formosicum*(Wang, 1970)等。

④金佛山特有成分(Endemic to Mt. Jinfu)

经初步鉴定,金佛山有3个新种:多疣灰气藓 *Aerobryopsis multipapillata* Wu et X. Y. Hu、阔叶扁锦藓 *Glossadelphus latifolius* Wu et X. Y. Hu 和短栉仙鹤藓 *Atrichum brevilamellum* Wu et X. Y. Hu。

3.金佛山藓类植物区系的基本特点

(1)种类丰富

据目前所知,金佛山藓类植物的科、属和种较我国一般山区为丰富。表2中显示了8个山区的经纬度和它们主峰的海拔高度,以及金佛山等藓类植物的科、属和种数。

(2)优势科、属

在金佛山藓类中,具有5属以上的大科共10个。按各科内含属的多寡顺序为:丛藓科 Pottiaceae(15属22种)、灰藓科 Hypnaceae(10属13种)、蔓藓科 Meteoriaceae(9属20种)、曲尾藓科 Dicranaceae(9属18种)、青藓科 Brachytheciaceae(6属14种)、平藓科 Neckeraceae(6属10种)、锦藓科 Sematophyllaceae(6属6种)、真藓科 Bryaceae(5属13种)、提灯藓科 Mniaceae(5属14种)、羽藓科 Thuidiaceae(5属11种)。上述10个科所含的属、种分别为金佛山藓类属的57.14%和种的58.02%。

金佛山藓类区系中具5种以上的大属为凤尾藓属 *Fissidens*(8种)、曲尾藓属 *Dicranum*(7种)、真藓属 *Bryum*(7种)、匐灯藓属 *Plagiomnium*(8种)、青藓属 *Brachythecium*(7种)、绢藓属 *Entodon*(6种)、小金发藓属 *Pogonatum*(6种)、对齿藓属 *Didymodon*(5种)和羽藓属 *Thuidium*(5种)。

从这些优势科、属中,不仅可显示金佛山藓类植物种类极其丰富,也反映在优势科中不仅有温带成分为主的丛藓科 Pottiaceae、曲尾藓科 Dicranaceae 和青藓科 Brachytheciaceae 等,还有多分布于热带、亚热带的蔓藓科 Meteoriaceae 平藓科 Neckeraceae 和锦藓科 Sematophyllaceae 以及广布的真藓科 Bryaceae 和灰藓科

Hypnaceae 等。

表 2 金佛山与我国一些山区藓类数量的比较

Table 2 Comparison of the mossfloras between Mt. Jinfu and other mountain regions in China.

科、属和种数 number of taxa / 山区(m)及地理位置 mountain (altitude of summit) and locality	科 family	属 genus	种 species (incl.subspecies and variety)
金佛山 Mt. Jinfo (2251) 29°05′N, 107°10′E	40	133	245
长白山 Mt. Changbai (2691) 40°—43°N, 126°—130°E	37	122	256
秦岭 Qinling Range (3666) 33°40′—34°10′N, 107°19′—107°58′E	44	136	326
神农架 Mt. Shennongjia (3105) 31°42′N, 110°35′E	33	101	195
黄山 Mt. Huangshan (1841) 30°10′N, 118°11′E	30	91	167
武夷山 Mt. Wuyi (2158) 27°33′—27°54′N, 117°27′—117°51′E	37	112	196
鸡足山 Mt.Jizu (3240) 25°56′—26°N, 100°20′—100°25′E	35	151	292
西双版纳 Xishuangbanna Region 21°10′—22°40′N, 99°55′—101°51′E	33	93	185

四、金佛山与我国其它山区藓类植物区系的关系

本文选择我国南北 8 个山区与金佛山分别进行藓类植物区系之间的比较,除了分析它们之间的相似性系数外,还应用排序方法定量地说明金佛山与其它山区藓类植物区系之间的关系。

1.区系的比较*

(1)与长白山比较** (Koponen et al.1983) 金佛山与长白山藓类的共有种数为 67 种,其相似性系数为金佛山藓类植物种总数的 27.57%*,共有属 66 个,两山区属的相似性系数为 51.76%。长白山藓类区系以温带成分为主(66.2%),东亚成分次之(21.1%),而热带成分甚少(0.3%)。金佛山藓类区系则以东亚成分为主(40.61%),温带和热带成分分别为 33.61%及 24.88%。两山区间藓类区系的关系仅限于温带成分和部分东亚成分。

(2)与秦岭比较(中国科学院西北植物所,1978) 秦岭藓类区系以温带成分为主(54.82%),其次为东亚成分(23.68%),同时有少量热带成分(6.43%)。金佛山与秦岭共有藓类种数为 80 种,种的相似性系数为 32.92%;两山区共有属有 81 个,属的相似性系数为 60.22%。

(3)与云南鸡足山比较*** 鸡足山与金佛山藓类的共有种数为 74 种,相似性系数 30.45%;而共有属为 77 个,其相似性系数为 54.22%。鸡足山藓类区系以东亚成分为主

* 本节内未冠以地点的相似性系数,均以金佛山藓类植物属或种的总数计算百分比的值。

** 高谦等,1982:长白山植物名录,苔藓植物:20—24页。中国科学院长白山森林生态系统定位站。

*** 崔明昆,1986:云南鸡足山苔藓植物垂直分布及其区系地理学研究。(硕士论文)

(31.59%),温带和热带成分分别为30.5%和24.17%,但鸡足山藓类中的中国特有种13.74%,远高于金佛山的6.55%。此外,鸡足山藓类中的中国-喜马拉雅成分为9.9%,高于中国-日本成分的7.42%。然而,金佛山藓类中的中国-日本成分(24.24%)远高于中国-喜马拉雅成分(3.46%)。

(4)与西双版纳比较* 西双版纳的藓类区系现知以热带成分为主(51.66%),其次为东亚成分(25.17%),而温带成分仅占13.25%,这与金佛山藓类区系的组成有明显差异。此外,金佛山和西双版纳藓类的属和种的相似性系数分别为48.25%和19.34%,明显低于金佛山藓类与前三个山区的属和种间的关系。

(5)与川西高山林区比较** 川西林区与金佛山藓类的共有种为50个,与金佛山藓类的相似性系数达20.57%;两个山区共有属76个,其相似性系数为58.24%。由于川西林区位于高海拔地带,藓类区系以温带成分(59%)为主,东亚成分为30%,而热带、亚热带成分仅6%。

(6)与神农架比较*** 神农架与金佛山的藓类共有种达94个,其相似性系数为38.68%;两山区共有属75个,相似性系数为64.1%,表明二者的藓类植物区系关系远较其它山区为密切。然而,金佛山仍有近150种藓类未见于神农架。在东亚特有藓类属方面,金佛山多达11个,而神农架仅发现4个。其中褶藓属 *Okamuraea* 的分布从我国横断山区直至东部的黄山,美灰藓属 *Eurohypnum* 则只分布于金佛山及其以东地区,而丝灰藓属 *Giraldiella* 仅分布神农架及其以西的山区。神农架分布的另一东亚特有属瓦叶藓属 *Miyabea* 在我国东部的黄山及西部的横断山区均有发现,而在金佛山尚无记录。金佛山有分布而未见于神农架的东亚特有藓类属中,除小蔓藓属 *Meteoriella* 分布较广外,其余仅与横断山区或墨脱等地共有,显示了金佛山与横断山区之间的密切区系关系。

(7)与黄山比较(陈邦杰、吴鹏程,1965) 黄山与金佛山的共有藓类植物种数为62个;其相似性系数为25.51%;两山区共有属数为67个,属的相似性系数为59.82%。在黄山藓类植物区系中,东亚成分(42.8%)占首位,热带、亚热带成分(15.5%)次之,而温带成分(14.3%)略低。

(8)与武夷山比较(吴鹏程、李登科和高彩华,1987) 武夷山与金佛山藓类的共有种数为71个,而共有属75个,它们分别为金佛山藓类植物种和属的相似性系数的29.21%和61.48%。武夷山藓类植物区系中以东亚成分为主,但金佛山藓类中的中国-喜马拉雅成分高于武夷山的同类植物。

综上所述,鸡足山、金佛山、神农架、黄山和武夷山的藓类植物区系虽然均以东亚成分为主,温带成分及热带成分次之,但在东亚成分中,金佛山西侧以中国-喜马拉雅成分的比例为高,而我国中部和东部的神农架、黄山则中国-日本成分明显高于中国-喜马拉雅成

* Wu, P. C., M. R. Crosby & R. E. Magill. 1983, A floristic and phytogeographical survey of bryophytes on Mt.Shemmongjia, Western Hubei, China.(待刊)

** 黎兴江,1963:川西高山林区的苔藓植物.西南高山林区森林综合考察报告,361—410页.中国林业科学研究院。

*** Wu, P. C., M. R.Crosby, R. E. Magill & B. H. Allen.1988. A list of the mosses in Xishuangbanna, Southern Yunnan, China.(待刊)

表 3 金佛山等与我国 8 个山区藓类共有属数和相似性系数的矩阵表

Table 3 The matrix table of numbers of shared moss genera and their similarity coefficients between Mt. Jinfu and the eight other mountain regions in China.

两个山区的共有属数 * / 两个山区的相似性系数 * *	川西 West Sichuan	金佛山 Mt. Jinfu	秦岭 Qinling Range	神农架 Mt. Shennongjia	鸡足山 Mt. Jizu	西双版纳 Xishuangbanna	黄山 Mt.Huangshan	武夷山 Mt. Wuyi	长白山 Mt.Changbai
川西 West Sichuan		76	88	68	67	48	55	61	66
金佛山 Mt.Jinfu	58.24		81	75	77	55	67	75	66
秦岭 Mt.Qinling	66.67	60.22		81	81	48	59	64	80
神农架 Mt.Shennongjia	59.39	64.10	68.35		68	43	58	51	56
鸡足山 Mt.Jizu	48.03	54.23	56.45	53.97		46	55	64	48
西双版纳 Xishuangbanna	43.05	48.25	41.56	43.88	37.40		50	54	42
黄山 Mt.Huangshan	50.23	59.82	51.98	60.42	45.45	53.76		69	53
武夷山 Mt.Wuyi	51.05	61.48	51.82	48.11	48.85	52.43	68.32		53
长白山 Mt.Changbai	52.80	51.76	62.02	50.22	35.16	38.71	49.77	45.49	

* number of genera shared by two mountain regions.

* * similarity coefficients of moss genera between two mountain regions.

表 4 金佛山与我国 8 个山区藓类属的不相似系数(D)、不相似系数总值(∑)及 Xi, ei 和 Yi 值

Table 4 The dissimilarity coefficients of the moss genera and their total value (∑) and Xi, ei and Yi values between Mt. Jinfu and the eight other mountain regions in China

两个山区的不相似系数及∑, Xi, ei 及 Yi 值 * / 两个山区的不相似系数 * *	川西 West Sichuan	金佛山 Mt. Jinfu	秦岭 Qinling Range	神农架 Mt.Shennongjia	鸡足山 Mt. Jizu	西双版纳 Xishuangbanna	黄山 Mt. Huangshan	武夷山 Mt. Wuyi	长白山 Mt. Changbai	∑	Xi	ei	Yi
川西 West Sichuan		41.76	33.33	40.61	51.97	56.95	49.77	48.95	47.20	370.53	35.63	44.43	25.71
金佛山 Mt.Jinfu	41.76		39.78	35.89	45.77	51.75	40.18	38.52	48.24	341.89	35.96	37.21	34.99
秦岭 Mt.Qinling	33.33	39.78		31.65	43.55	58.44	48.02	48.18	37.98	340.93	43.43	39.10	19.19
神农架 Mt.Shennongjia	40.61	35.89	31.65		46.03	56.12	39.58	51.89	49.78	351.55	39.53	39.84	25.29
鸡足山 Mt.Jizu	51.97	45.77	43.55	46.03		62.60	54.55	51.15	64.84	420.46	62.60	0	41.82
西双版纳 Mt. Xishuangbanna	56.95	51.75	58.44	56.12	62.60		46.24	57.57	61.29	450.69	0	0	31.31
黄山 Mt.Huangshan	49.77	40.18	48.02	39.58	54.55	46.24		31.68	50.23	360.25	24.61	39.15	41.22
武夷山 Mt.Wuyi	48.95	38.52	48.18	51.89	51.15	47.57	31.68		54.51	372.45	28.48	38.10	54.51
长白山 Mt.Changbai	47.20	48.24	37.98	49.78	64.84	61.29	50.23	54.51		414.07	27.73	54.66	0

* dissimilarity coefficients of moss genera between mountain regions and the values of ∑, Xi, ei and Yi.

* * dissimilarity coefficients of moss genera between mountain regions.

分。金佛山藓类的东亚成分中除多数东亚特有属外，也以中国-日本成分为主，但它们所受喜马拉雅山系的影响高于我国东部地区。

2.排序的比较

根据金佛山藓类与我国8个山区藓类植物属的相似性与不相似性系数统计，对它们之间的区系关系进行了定量的分析，作出双轴系统的区系排序(参阅考克斯，1972)。

(1)金佛山藓类与我国其它山区藓类区系的相似性比较

其程序为将每两个山区共有藓类的属数分别填入表4中斜线的右上侧。然后，根据每两个山区的共有藓类的属数分别计算它们的相似性系数(C)*，把相似性系数的值填入表3中斜线左下部分，构成一个矩阵。

(2)金佛山藓类与我国其它山区藓类区系的不相似性比较(表4)

先计算各山区藓类属的不相似系数(D)，其公式是 D=100-C(C值参阅前项)。然后，统计各山区藓类属的不相似系数的总值(∑)，以及确定各山区在X轴和Y轴上的位置和它们的吻合性差度值(e)**。

从排序结果表明，黄山和武夷山、以及秦岭、神农架和川西各山区间藓类属的相似性系数较高，在二维排序上将被分别归为两大类。金佛山与长白山、鸡足山和西双版纳的地理位置相差甚远，区系关系也较疏远。

五、金佛山藓类植物区系的过渡性

早在二十世纪初一些植物学家就认为秦岭地区是温带和亚热带植物区系的过渡地区。1958年陈邦杰在讨论中国苔藓植物的分布区时，将秦岭以南包括四川和我国东部诸省定为华中区，并认为该区是苔藓植物南北区域的交汇区域。

在本文前几节中，已初步说明我国苔藓植物区系的关键区域之一处于秦岭、神农架和金佛山地区。金佛山和神农架藓类植物区系有许多共同点，例如主要在欧亚北部分布的银藓 *Anomobryum filiforme*、牛角藓 *Cratoneuron filicinum* 和异枝皱蒴藓 *Aulacomnium heterostichum* 在金佛山和神农架均有分布，但金佛山和神农架又基本上为它们的分布南

---

* 其公式是：

$$C=\frac{2W}{a+b}\times 100\%.$$

a——山区A的属数。b——山区B的属数。w——山区A与B的共有属数。

**

$$A.\ Xi=\frac{L^2+Da^2-Db^2}{2L}$$

Xi——所求山区藓类区系沿X轴对山区A藓类区系的距离。L——山区A(西双版纳)藓类属的a值与山区B(鸡足山)藓类属的b值间的不相似值。Da——山区A的a值与所求山区藓类属之间的不相似值。Db——山区B的b值与所求山区藓类属之间的不相似值。

$$B.\ e=\sqrt{Da^2-Xi^2}$$

$$C.\ Yi=\frac{(L')^2+(D'a)^2-(D'b)^2}{2L'}$$

Yi——所求山区藓类区系沿Y轴对A′(长白山)山区藓类区系间的距离。D′a——A′山区藓类属与所求山区藓类属之间的不相似值。D′b——B′山区藓类属与所求山区藓类属之间的不相似值。L′——A′山区藓类属与B′山区藓类属之间的不相似值。

界。热带、亚热带的韩氏真藓 *Bryum handelii*、台湾拟扭叶藓 *Trachypodopsis formosana*、拟扭叶藓卷叶变种 *T. serrulata var. crispatula*、瓦氏灰气藓 *Aerobryopsis wallichii* 和丝带藓属 *Floribundaria* 等植物也出现于上述两个山区，然而未见于我国北部地区。另一些典型热带、亚热带的种类如美绿锯藓 *Duthiella speciosissima*、粗枝蔓藓 *Meteorium helminthocladum*、垂藓 *Chrysocladium retrorsum* 和刀叶树平藓 *Homaliodendron scalpellifolium* 等不仅见于金佛山和神农架，其北界直至秦岭南坡。

诚然，金佛山和神农架及秦岭地处我国南北过渡区域，但从秦岭、神农架和金佛山均有分布的热带、亚热带藓类大科作比较(表 5)，显示它们在金佛山的属、种数远比秦岭的为高，甚至高过于神农架该类植物属的 88.8%和种的 58.82%。

表 5　秦岭、神农架和金佛山的热带、亚热带藓类大科的比较

Table 5　Comparison of the tropical and subtropical families of the mosses between Qinling Range, Shennongjia and Jinfu.

地点 locality / 属(种)数 genus(species)number / 科名 family	秦岭 Qinling Range	神农架 Mt. Shennongjia	金佛山 Mt. Jinfu
Trachypodaceae	2(2)	2(5)	3(6)
Pterobryaceae	1(1)	0	3(3)
Meteoriaceae	3(3)	6(14)	9(20)
Neckeraceae	5(7)	7(11)	6(10)
Hookeriaceae	0	0	4(4)
Hypopterygiaceae	1(2)	1(2)	3(5)
Sematophyllaceae	1(1)	2(2)	6(6)
总计 total	13(16)	18(34)	34(54)

金佛山藓类植物区系的过渡性特点还反映在东亚特有藓类属方面(表 6)。现已知我国苔藓植物中的东亚特有属数为 33 个，而金佛山已发现了 11 个，占我国该类植物的 1／3。东亚特有藓类植物属在我国的分布基本上呈现由东向西逐渐递增的趋势，例如金佛山与我国东部的黄山相比较，其东亚特有藓类属高 120%，黄山现知仅 5 属，另有东亚特有苔类属 4 个；而地理位置上与金佛山较近的秦岭和神农架的东亚特有藓类属数也远远较低。川西地区现有 3 个东亚特有藓类属，分布在海拔 2500—4400m 的针叶林下，估计今后进一步工作，在川西地区还会发现更多的东亚特有藓类属。我国西南部横断山区的东亚特有藓类属有 24 个，明显多于金佛山的属数，而西藏墨脱等地的东亚特有藓类属也有 11 个(吴鹏程、罗健馨，1982；黎兴江等 1985；罗健馨、汪楣芝，1986)。

事实上，在金佛山数目较多的东亚藓类植物特有属中，包含了两大类型(图 1)。例如拟船叶藓属 *Dolichomitriopsis* 和褶叶藓属 *Okamuraea* 的现有分布范围包括日本—朝鲜—我国东部(黄山、西天目山等)至川东南(金佛山)，金佛山为它们分布的最西界限。然而，疣齿藓属 *Scabridens*，粗疣藓属 *Fauriella*、滇蕨藓属 *Pseudopterobryum*、厚边藓属 *Sciaromiopsis* 等则显示了横断山区—川东南(金佛山)之间的密切关系，它们的分布区还包括川西或云贵高原，目前未见于金佛山以东地区。从植物区系成分分析表明，前面 2 属是中国—日本成分，而后 4 个属是中国–喜马拉雅成分，这也是显而易见的。我国东部和

西部藓类区系之间在金佛山的重叠分布正体现了该区系的突出特点，即其过渡性(黎兴江 1963；陈邦杰、吴鹏程，1965；胡人亮、王幼芳，1981，吴鹏程、罗健馨，1982；黎兴江等 1985；罗健馨、汪楣芝，1986；吴鹏程等 1987)。随着今后调查研究的深入，其结果可能会更明确。

表6 金佛山与我国其它山区东亚特有藓类植物属的比较

Table 6 Comparison of East-Asiatic endemic genera between Mt. Jinfu and the other mountain regions in China.

属 名 genus	墨脱等地 Motuo etc.	横断山区 Mts. Heng-duan	川 西 West Sichuan	秦 岭 Qinling Range	金佛山 Mt.Jinfu	神农架 Mt.Shen-nongjia	黄 山 Mt. Hua-ngshan
Ditrichopsis		+					
Brachymeniopsis		+					
Prionidium				+			
Sphaerotheciella	+	+	+				
Scabridens		+			+		
Pilotrichopsis	+	+					
Diaphanodon	+						
Pseudospiridentopsis	+						
Barbellopsis		+					
Pseudopterobryum		+			+		
Meteoriella	+	+		+	+		+
Dolichomitra							+
Dolichomitriopsis					+		+
Horikawaea	+	+					
Elmeriobryum	+						
Dendrocyathophorum	+				+		
Fauriella		+			+		
Actinothuidium	+	+	+	+			
Miyabea		+				+	+
Bryonoguchia		+				+	
Sciaromiopsis		+			+		
Pseudopleuropsis		+					
Giraldeilla	+	+		+	+	+	
Levierella		+					
Leptocladium		+					
Eurohypnum					+	+	+
Okamuraea		+			+	+	+
Hondaella		+					
Dozya		+					
Neodolichomitra		+			+		
Pseudatrichum		+					
Microdendron	+	+	+				
Lyellia			+				

日本-朝鲜-中国是国与国相连，而用"—"连接的川东南也是我国。

最后，从包括金佛山在内的我国9个山区藓类植物区系的相似性系数(参阅表4，5)绘制成二维排列图(图2)。它说明：黄山和武夷山的藓类植物区系关系较密切而可被归为同一区系类型；川西、神农架和秦岭可被划为另一个类型；金佛山藓类植物区系的位置近乎界于上述两类型之间。因此，金佛山的藓类植物区系无论从区系分析或数量统计，均说明在我国苔藓植物区系中具有较明显的过渡性特点，也就是说金佛山正处于我国苔藓植物区系较关键的南北区系的交汇地区。它还以具高度集中分布的东亚和我国特有藓类植物属，可与邻近山区构成一个苔藓植物特有属的分布中心。

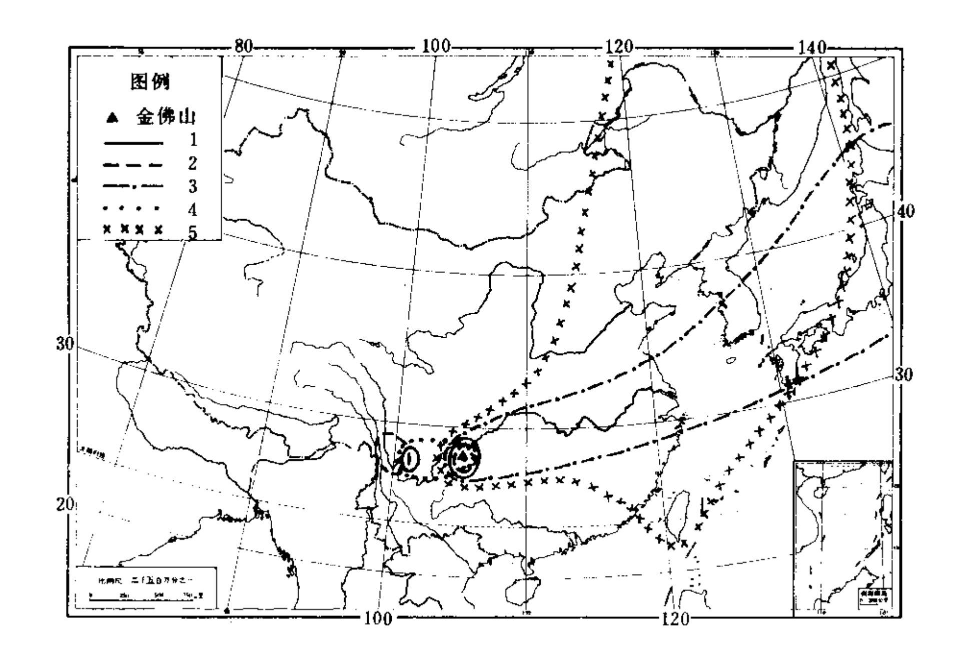


图 1　分布示意图　1.疣齿藓属;2.滇蕨藓属;3.拟船叶藓属;4.厚边藓属;5.和美灰藓属。

Fig.1　The distribution of *Scabridens*(1); *Pseudopterobryum*(2); *Dolichomitriopsis*(3); *Sciaromiopsis*(4) and *Eurohypnum*(5)

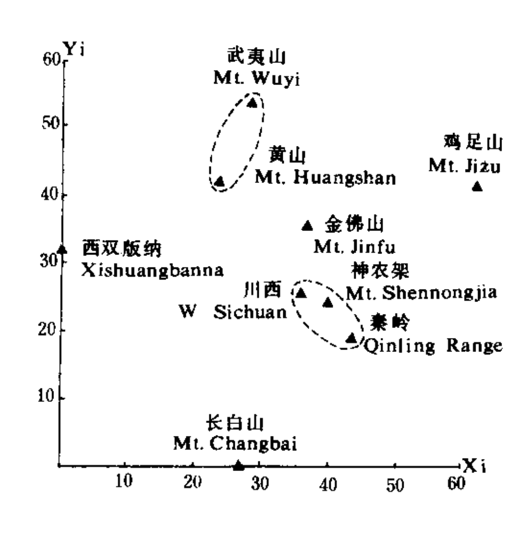


图 2　金佛山等 9 个山区间藓类植物区系相似性的二维排列

Xi: 所求山区(西双版纳)藓类区系沿 Xi 轴对 A 山区(鸡足山)藓类区系间的距离。　Yi: 所求山区藓类区系沿 Yi 轴对 A′(长白山)山区藓类区系间的距离。　数值: 为两个山区藓类区系不相似值的百分比。

Fig.2　Two dimensional arrangement of the similarity of the mossfloras between Mt. Jinfu and the eight other mountain regions.

Xi: The distance of the mossflora of the evaluated mountain (Xishuangbanna) along Xi axis to the mossflora of Mt. A(Mt. Jizu).　Yi: The distance of the mossflora of the evaluated mountain along Yi axis to the mossflora of Mt. A′(Mt. Changbai).　Numerical value: The percentage of the mossflora of the dissimilarity coefficient between two mountain regions.

六、结　论

1.从金佛山的藓类植物区系与我国 8 个山区(长白山、秦岭、川西、神农架、鸡足山、西双版纳、黄山和武夷山)之间的全面比较,表明金佛山与神农架的关系最为密切,两山区共有种数达 94 个。此外,还表明鸡足山、金佛山、神农架、黄山和武夷山虽均以东亚成分为主,温带成分及热带成分次之,但金佛山西侧以中国-喜马拉雅成分的比例为高,而我国中部和东部的神农架、黄山藓类植物区系中的中国-日本成分明显高于中国-喜马拉雅成分。

2.由于地史、地理位置及山体独特的峡谷、悬崖和断层等小环境的影响，迄今在金佛山仍保存着为数约占 1／3 的东亚特有藓类植物属，它们与我国横断山区该类植物的关系，明显地比与我国东南部的为密切。

3.运用排序比较和一些热带、亚热带的科属种数的统计，显示金佛山藓类植物区系具有突出的过渡性特点。从二维排列统计也得到了证实。

4.根据对我国现有苔藓植物东亚特有属的统计，可以确定在金佛山区存在该类植物的一个分布中心。由于它们被认为可能是第三纪孑遗植物（吴鹏程、李登科、高彩华，1987），因此，它对解释我国苔藓植物区系的形成将是一个极其重要的依据。

参 考 文 献

[1] 中国科学院西北植物研究所，1978：秦岭植物志，第3卷，苔藓植物门，第1册。科学出版社，北京。

[2] 四川盆地陆相中生代地层古生物编写组，1982：四川盆地陆相中生代地层古生物。四川人民出版社，成都。209—235页。

[3] 四川植被协作组，1980：四川植被。四川人民出版社，成都。

[4] 应俊生等，1983：中国银杉林的初步研究。植物学报**25**(2)：157—169。

[5] 陈邦杰，1958：中国苔藓植物生态群落和地理分布的初步报告。植物分类学报**7**(4)：271—293。

[6] 陈邦杰、吴鹏程，1965：黄山苔藓植物的初步研究。在陈邦杰等：黄山植物的研究。上海科学技术出版社。1—59页。

[7] 吴征镒主编，1980：中国植被。科学出版社，北京。

[8] 吴征镒、王荷生，1983：中国自然地理，植物地理，（上册）。科学出版社。北京。

[9] 吴鹏程、罗健馨，1982：东喜马拉雅南翼苔藓植物区系的特性及其来源。植物分类学报，**20**(4)：393—401。

[10] 吴鹏程、李登科、高彩华，1987：武夷山苔藓植物区系及其与邻近地区的关系。植物分类学报，**25**(5)：340—349。

[11] 罗健馨、汪楣芝，1986：横断山脉苔藓植物特有属和记录初报。在中国科学院青藏高原综合科学考察队：青藏高原研究，横断山考察专集 2：北京科学技术出版社。442—452。

[12] 胡人亮、王幼芳，1981：浙江西天目山苔藓植物的调查研究。华东师范大学学报（自然科学版），**1**：76—86。

[13] 钟本固、姜守忠，1983：梵净山苔藓植物的初步研究。贵州林业科技，**4**：10—37。

[14] 黎兴江等，1985：西藏苔藓植物志。科学出版社，北京。

[15] 考克斯，G. W.著，蒋有绪，1979：普通生态学实验手册，科学出版社，北京。124—128页。

[16] Bartram, E. B., 1935: Addition to the moss flora of China. *Ann. Bryol.* **8**: 6—21.

[17] Brotherus, V. F., 1929: In H. Handel-Mazzetti, Symbolae Sinicae IV: 3—147. Wien.

[18] Chen, P. C., 1955: Bryophyta Nova Sinica. *Fed. Repert.* **58** (1／3): 23—52.

[19] Koponen, T. et al., 1983: Bryophytes from Mt. Changbai, Jilin Province, Northeast China. *Ann. Bot. Fenn.* **20**: 215—232.

[20] Redfearn, P. L. & Wu, P. C. 1986: Catalog of the mosses of China. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **73**: 177—208.

[21] Wang, C. K. 1970: Phytogeography of the Mosses of Formosa. Tunghai University. Taichung.

附录：四川金佛山藓类植物名录 (Appendix: The catalog of the mosses of Mt. Jinfu, Sichuan Prov., Southwest China.)

** family new to Sichuan 四川新记录科
Δ genus new to Sichuan 四川新记录属
* species new to Sichuan 四川新记录种
*** species new to China 中国新记录种
\+ new species 新种
C Chen Pan-chien 陈邦杰
CE Chen Yi 陈义
F Fu Lian-zhong 傅连中
H Hu Xiao-yun 胡晓云
HE He Xian-yu 贺贤育
K. F. Yao Qin-zhi 饶钦止
L Liu Zheng-yu 刘正宇
W Wu Pan-cheng 吴鹏程
WA Wang Mei-zhi 汪楣芝
WAN Wang Jian-lin 王建临
X Xian Li-qun 夏立群
XI Xiang Ji-hua 熊济华
Y Ying Tsün-shen 应俊生

I. Sphagnaceae

1. *Sphagnum palustre* L. H0791 *

2. *S. robustum* (Warnst.) Roell L4068, L700495

2. Ditrichaceae

3. *Ditrichum divaricatum* Mitt. W21224, WA860001a, H0049 *

4. *D. heteromallum* (Hedw.) Britt. WA860645 *

5. *D. pallidum* (Hedw.) Hampe H0224 *

3. Dicranaceae

6. *Dicranum japonicum* Mitt. C1731, C1925, C4797, WA860899 WA860951, H0116, H0625 *

7. *D. scoparium* Hew. C1763, WA860876, H0209

8. *D. fragilifolum* Lindb. C1607, C1687, H0529 H0685 H0729 *

9. *D. fulvum* Hook. W21086, WA860802, H0100, H0175

10. *D. mayrii* Broth. WA860880, H0589 *

11. *D. nipponense* Besch. W21097, H0131, H0625

12. *D. majus* Turn. HE4792, Y810

13. *Campylopus richardii* Brid. W21178, W21183, WA860327, WA860421, H0241

14. *C. subulatus* Schimp. var. *schimperi* (Mild.) Husn. C1667, WA860482, H0593

15. *C. japonicus* Broth. WA860966, WA860973, H0651 *

16. *C. schwarzii* Schimp. WA860156, WA860257, H0137, H0967 *

17. *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp. C1582, C1784, W21169, H0110 *

18. *Dicranodontium denudatum* (Brid.) Britt. ex Williams C1711, C1934, W21096, WA860157, H0167, H0553, H0553, H0635 *

19. *Rhabdoweisia crispata* (With.) Lindb. H0109Δ *

20. *Cynodontium gracilescens* (Web. et Mohr) Schimp. WA860125, WA860944 *

21. *Oncophorus wahlenbergii* Brid. WA860165

22. *Symblepharis reinwardtii* (Doz. et Molk.) Mitt. C1493 *

23. *Holomitrium densifolium* (Wils.) Wijk et Marg. WA860389, WA860868 Δ *

4. Leucobryaceae

24. *Leucobryum neilgherrense* C. Muell. C1536, W21036, WA860085, WA860806, WA861026, H0060, H0886 *

25. *L. scabrum* Lac. WA860885, H0592, H0701 *

5. Fissidentaceae

26. *Fissidens taxifolius* Hedw. W21037, WA860081, WA860459, WA860636, H0280, H0816

27. *F. tosaensis* Broth. WA860086, WA860296, WA860490, H0342 *

28. *F. cristatus* Wils. ex Mitt. WA860351, WA860600, H0663 *

29. F. anomalus Mont. W21073, WA860151, H0835 *

30. *F. grandifrons* Brid. L3479, W21114, WA860106, H0849, H0364

31. *F. zippelianus* Doz. et Molk. H0312, H0317

32. *F. laxus* Sull. et Lesq. WA860031, WA860185, H0696 *

33. F. plagiochiloides Besch. W21089, WA860027, WA860994, H0544,

6. Pottiaceae

34. *Pseudosymblepharis angustata* (Mitt.) Chen L3553, L9808, WA860195, WA860612, WA860925, H0179, H0772

35. *Didymodon rigidicaulis* (C. Muell.) K. Saito W21164, WA860080, WA860146, WA860637, H0005, H0347 *

36. *D. constrictus* (Mitt.) K. Saito W21062, W21175, WA860313, WA860478, H0045, H0745 *

37. *D. eroso-denticulatus* (C. Mull.) Saito WA860121, H0089, H0541, H0564 *

38. *D. giganteus* (Funck) Jur. WA860610, WA860623, H0761 *

39. *D. rigidulus* Hedw. H0714.

40. Barbula subcomosa Broth. W21166, WA860335, WA860501, WA860516 *

41. *B. indica* (Hook.) Spreng. H0330, H0344 *

42. *B. unguiculata* Hedw. W21172 *

43. *Weissia controversa* Hedw. W21171, WA860289, H0311, H0703 Δ *

44. *W. planifolia* Dix. C1515, W21168, H0081, H0170, H0327 *

45. *Gymnostomum aurantiacum* (Mitt.) Jaeg. W21222, WA860362, H0416 *

46. *Bryoerythrophyllum recurvirostre* (Hedw.) Chen var. robustum Saito WA860065e *

47. *Timmiella anomala* (B. S. G.) Limpr. H0831, H0837

48. *Oxystegus tenuirostris* (Hook. et Tayl.) A. J. Sm WA860790, H0819 *

49. *Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg. W21159, WA860319, H0314 Δ *

50. *Trichostomum platyphyllum* (Broth. ex Ihs.)Chen W860147, WA860290 Δ*
51. *Leptodontium flexifolium* (Dicks. ex With.)Hampe. H0048 Δ*
52. *Molendoa hornschuchiana* (Hook.)Limpr. H0410
53. *Tortella fragilis*(Hook. et Wils.)Limpr. CE30 Δ*
54. *Desmatodon thomsonii*(C. Muell.)Jaeg. WA861052 *
55. *Anoectangium aestivum*(Hedw.)Mitt. H0093, H0744 *

7. Ptychomitriaceae
56. *Ptychomitrium linearifolium* Reim. et Sak. W21152, WA860310, H0351 *

8. Grimmiaceae
57. *Grimmia pilifera* P. Beauv. C1809, C1922, W21141, WA860469
58. *Racomitrium fasciculare* (Hedw.)Brid. W21190, WA860433, H0267
59. *R. carinatum*Card. WA860983 *
60. *R. canescens*(Hedw.)Brid. var. canescens W21177
61. *R. canescens* (Hedw.)Brid. var. ericoides (Hedw.)Hamp. WA860241
62. *Schistidium apocarpum* (Hedw.)B. S. G. C1719, H0092

9. Funariaceae
63. *Funaria hygrometrica* Hedw. C4551, HE4790

10. Splachnaceae
64. *Tayloria indica* Mitt. HE4754, K. F45

11. Tetraphidaceae
65. *Tetraphis pellucida* Hedw. K. F91

12. Bryaceae
66. *Anomobryum yasudae* Broth. W21212, Hoo84 *
67. *A. filiforme* (Dicks.)Husn. W21168, WA860587, H0341
68. *Rhodobryum giganteum* (Schwaegr.)Par. C1568, WA860685, H0633
69. *R. ontariense*(Kindb.)Kindb. L3057 *
70. *Bryum truncorum* (Brid.)Brid. C1528, K. F14, L2679, WA860277, WA860481, WA860977 *
71. *B. argenteum* Hedw. W21061, W21142, WA860311, H0715
72. *B. caespiticium* Hedw. W21049, WA860114, Hoo85, H0745 *
73. *B. capillare* Hedw. WA860410, WA860923, H0239, H0741 *
74. *B. tortifolium* Brid. WA860948b *
75. *B. pseudotriquetrum*(Hedw.)Gaertn., Meyer et Schreb, WA860646
76. *B. pallescens* Schleich. ex Schwaegr. C1916, WA860554, H0340 *
77. *B. blandum* Hook. f. et Wils. ssp. handelii(Broth.)Ochi WA860628, H0385, H0445, H0451 *
78. *Epipterygium tozeri* (Grev.)Lindb. WA860920 Δ*
79. *Pohlia crudoides* (Sull. et Lesq.)Broth. C1808 *

13. Mniaceae
80. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.)T. Kop. W21028, WA860187, WA860541, H0253, H0800
81. *P. maximoviczii* (Lindb.)T. Kop. C1688, C4798, W21208, WA860204, H0573
82. *P. rostratum* (Schrad.)T. Kop. C1713, WA860196b, WA860629, H0023
83. *P. succulentum* (Mitt.)T. Kop. L3411, H0834b *
84. *P. vesicatum* (Besch.)T. Kop. WA860298, WA860643, HOO83, H0748 *
85. P. japonicum (Lindb.)T. Kop. WA860770, WA860793
86. *P. arbuscula*(C. Muell.)T. Kop. WA860189, WA860640, H0539, H0639
87. *Trachycystis ussuriensis* (Maack et Regel)T. Kop. K. F50, W21079, WA860179, H0739 *
88. *Mnium Hedw. hornum* Hedw. HE4798, K. F47, H0518 *
89. *M. laevinerve* Card. C1657, C4798, W21081, WA860124, WA860350, H0505, H0801 *
90. *Orthomnion dilatatum* (Mitt.)Chen C1946, C1955, H0257, H0667
91. *O. nudum* Bartr. K. F74a, WA860734, H0772
92. *O. handelii* (Broth.)T. Kop. C1521 *
93. *Rhizomnium parvulum* (Mitt.)T. Kop. WA860733, H0500 *
94. *R. tuomikoskii* T. Kop. C1631, WA860733 *

14. Aulacommiaceae
95. *Aulacomnium heterostichum* (Hedw.)B. S. G. C1598, WA860061e, H0572 *

15. Bartramiaceae
96. *Bartramia halleriana* Hedw. K. F19, L4303, WA860938, H0538, H0620
97. *B. pomiformis* Hedw. C1776, C1952, W21117, WA860941, WA861011, H0807 *
98. *Philonotis revoluta* Bosch et Lac. C1574, W21115, WA860471, H0629 *
99. *P. falcata* (Hook.) Mitt. W21158, W21186, WA860488, H0279
16. Glyphomtriaceae * *
100. *Glyphomitrium minutissimum* (Okam.) Broth. WA860866c, WA861040b, H724b Δ * * *
17. Orthotriaceae
101. *Macromitrium ferriei* Card. et Ther. X 316, W21029, WA860390, H0742 *
102. *M. angustifolium* Doz. et Molk. WA860036f, WA860801 *
103. *Macrocoma tenue* (Hook. et Grev.) Vitt ssp. *sullivantii* (C. Muell.) Vitt HE4791, HE4793, C1914 Δ *
104. *Drummondia sinensis* C. Muell. C1476Δ *
105. *Ulota crispa* (Hedw.) Brid. K. F33a, WA860047 *
106. *Zygodon viridissimus* (Dicks.) Brid. WA860322 Δ *
18. Racopilaceae * *
107. *Racopilum aritatum* Mitt. WA860523, WA860913, H221, H301 Δ *
19. Hedwigiaceae
108. *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv. WA860413, WA860426, H0243
20. Leucodontaceae
109. Scabridens sinensis Bartr. C1627, K. F27, K. F36, K. F58Δ *
110. *Leucodon coreensis* Card. C1698, W21201, WA860386, WA860564, H0255 *
111. *L. sinensis* Ther. X190270 *
21. Trachypodaceae
112. *Trachypus humilis* Lindb. W21194, WA860316, WA860443 *
113. *T. bicolor* Reinw. et Hornsch. C1562, W21064, W21127, WA860656, WA861017, H0775
114. *Trachypodopsis formosana* Nog. C1500, K. F96, WA860093, WA860201, WA860697, H0393, H0570, H0753*
115. *T. serrulata* (P. Beauv.) Fleish. var. *crispatula* (Hook.) Zant. C1529
116. *Duthiella speciosissima* Broth. ex Card. WA860618, WA860639, H0550
117. *D. flaccida* (Card.) Broth. W21042, W21215, WA860346, H0832, H0850 *
22. Pterobryaceae
118. *Pseudoterobryum tenuicuspis* Broth. L2987, L3655, W21005, WA860833 Δ *
119. *Calyptothecium cuspidatum* (Okam.) Nog. W21205, WA860372 Δ *
120. *Meteoriella soluta* (Mitt.) Okam. C1963, L4010, W21133, WA860247, H0119
23. Meteoriaceae
121. *Aerobryum speciosum* Doz. et Molk. var. speciosum WA860137, WA860794, H0469 Δ *
122. *A. speciosum* Doz. et Molk. var*nipponicum* Nog. WA860777 *
123. *Papillaria semitorta* (C. Muell.) jaeg. W21184, WA860466 *
124. *Aerobryopsis subdivergens* (Broth.) Broth. WA860496, WA860511, H0220, H0325 *
125. *A. multipapillata* Wu et X. Y. Hu n. sp. W21094, W21071 WA860167 +
126. *Meteorium miquelianum* (C. Mull.) Fleisch. ex Broth. ssp. *miquelianum* WA860464
127. *M. miquelianum* (C. Mull.) Fleisch. ex Broth. ssp. *atrovariegatum* (Card. et Ther.) Nog. C1516, W21186, WA860536, H0304
128. *M. subpolytrichum* (Besch.) Broth. WA860279
129. *M. papillarioides* Nog. W21181, W21218, WA860379, WA860439 *
130. *Floribundaria sparsa* (Mitt.) Broth. WA860328, WA860540
131. *Meteoriopsis squarrosa* (Hook.) Fleisch. ex Broth. var. *longicuspis* Nog. Δ * L2022
132. *M. reclinata* (C. Muell.) Fleisch. var. reclinata W21206, W21213, WA860355, H0273 *
133. *M. reclinata* (C. Muell.) Fleisch. var. *subreclinata* Fleisch. H0260 *
134. *Chrysocladium retrorsum* (Mitt.) Fleisch. C1511, W21143, WA860405
135. *C. phaeum* (Mitt.) Fleisch. C1572, K. F48, W21092, H0120, H0522, WA860183 *
136. *C. flammeum* (Mitt.) Fleisch. H0033, H0523, H0507
137. *Barbella pendula* (Sull.) Fleisch. W21084, W21107, WA860456, H0019, H0856
138. *B. flagellifera* (Card.) Nog. W21198, WA860585, H0346 *
139. *Pseudobarbella levieri* (Ren. et Card.) Nog. W21026, WA860711, H0468 Δ *

140. *P. attenuata* (Thwait. et Mitt.) Nog. H0293

24. Neckeraceae

141. *Thamnobryum sandei* (Besch.) Iwats W21044, WA860196, WA860907, H0366

142. *T. plicatulum* (Lac.) Iwats WA860141, H0827 *

143. *Pinnatella makinoi* (Broth.) Broth. H0302 Δ *

144. *Homaliodendron scalpellifolium* (Mitt.) Fleisch. K. F95, L9817, W21006, W21129, WA860573, H0197

145. *H. microdendron* (Mont.) Fleisch. L3414, H0843 *

146. *H. flabellatum* (Sm.) Fleisch. L3016 *

147. *Homaliadelphus targionianus* (Mitt.) Dix. et P. de La Varde WA860905

148. *Neckeropsis calciola* Nog. W21203, WA860300, WA860839, H0296 *

149. *Neckera yezoana* Besch. H0473 *

150. *N. polyclada* C. Muell. L3663 *

25. Lembophyllaceae

151. *Dolichomitriopsis diversiformis* (Mitt.) Nog. C1665, K. F36, L9818, WA860173, WA860651, WA861022, H0609 Δ *

152. *Isothecium* cf. *subdiversiforme* Broth. HE4799, K. F25, H0492 *

26. Climaceae

153. Climacium japonium Lindb. H0050 *

154. *Pleuroziopsis ruthenica* (Weinm.) Kindb. L7789

27. Hookeriaceae

155. *Hookeria acutifolia* Hook. et Grev. W21031, WA860088, H0626

156. *Eriopus spinosus* Nog. H0847 Δ *

157. *Daltonia angustifolia* Doz. et Molk. C1493d

158. *Distichophyllum cuspidatum* (Doz. et Molk.) Doz. et Molk. WA860671, H0493, H0558 Δ *

28. Hypopterygiaceae

159. *Cyathophorella hookeriana* (Griff.) Fleirch. W21035, WA860737, H0521 Δ *

160. C. burkillii (Dix.) Broth. H0873 Δ * * *

161. C. tonkinensis (Broth. et Par.) Broth. H0857 *

162. *Dendrocyathophorum pardoxum* (Broth.) Dix. W21043, H0859, H0890 Δ *

163. *Hypopterygium japonicum* Mitt. C1618, K. F4, L2418, WA860521, WA860684, H0306, H0866 *

29. Theliaceae

164. *Fauriella tenuis* (Mitt.) Card. W21046 *

30. Thuidaceae

165. *Thuidium cymbifolium* (Doz. et Molk.) Doz. et Molk. K. F97, W21018, WA860918, H0010, H0362, H0839

166. *T. kanedae* Sak. W21220, WA860140, WA860771, H0229, H0636 *

167. *T. philibertii* Limpr. K. F32, L3658, H0032, H0471, H0727 *

168. *T. subglaucinum* Card. C1773a, WA860871, WA861028, H0207 *

169. *T. submicropteris* Card. L3666, H0022, H0069, H0073 *

170. *Haplohymenium pseudotriste* (C. Muell.) Broth. K. F60, W21155, WA860164, WA861029, H0687, H0728 *

171. *Claopodium assurgons* (Sull. et Lesq.) Card. WA860567, H0071, H0503

172. *C. gracillimum* (Card et Ther.) Nog. WA860128, H0829b *

173. *Anomodon giraldii* C. Muell. WA860800 *

174. *A. minor* (Hedw.) Fuernr ssp. *integerrimus* (Mitt.) Iwat. WA860377, WA860517, H0234, H0713

175. *Bryohaplocladium angustifolium* (Hampe et C. Mull.) Watan. et Iwats. W21146 *

31. Amblystegiaceae

176. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce W21019, WA860502, WA860754, H0355, H0559

177. *Drepanocladus exannulatus* (B. S. G.) Warnst. W21009, WA860602, H0447 *

178. *Sciaromiopsis sinensis* (Broth.) Broth. WA860590

179. *Campylium stellatum* (Hedw.) C. Jens W21019c, WA860622, H0021 *

32. Brachytheciaceae

180. *Brachythecium plumosum* (Hedw.) B. S. G. C1970, K. F51, W21013, WA860216, H0363 *

181. *B. rivulare* B. S. G. HE4550, W21016, WA860139, WA860713, H0286

182. *B. wichurae* (Broth.) Par. W21148, WA860310, WA860543, H0321

183. *B. albicans* (Hedw.) B. S. G. W21219, WA860447, H0283, H0795 *

184. *B. populeum* (Hedw.)B. S. G. W21056, WA860420, H0080, H0176
185. *B. reflexum* (Stark.)B. S. G. WA860829, H0027 *
186. *B. buchanani* (Hook.)Jaeg. WA860708
187. *Homalothecium perimbricatum* Broth. L3657, WA860807, H0008, H0486 *
188. *Rhynchostegium pallidifolium* (Mitt.)Jaeg. W21024, WA860933, H0140, H0670 *
189. *Palamocladium macrostegium* (Sull. et Lesq.) Iwats. et Tak. C1726, W21223, WA860103, WA860356, H0269 *
190. *P. neilgheriense* (Mont.)C. Muell. f. *luzonense* (Broth.)Tak. Iwats. et Nog. H0602 *
191. *Bryhnia novae-angliae* (Sull. et Lasq.)Grout WA860678, WA860840, H0414 *
192. *B. sublaevifolia* Broth. et Par. in Card. var *rigescens* Card. WA860605 *
193. *Eurhynchium riparioides* (Hedw.)Rich. W21053, W21163, WA860599, WA860922, H0695 *

33. Entodontaceae
194. *Entodon concinnus* (De Not.)Par. W21015, W21221, WA860774, WA861053, H0553 *
195. *E. flavescens* (Hook.)Jaeg. WA860007a, H0039
196. *E. viridulus* Card. WA860928 *
197. *E. angustifolius* (Mitt.)Jaeg. et Saer. H0860 *
198. *E. sullivantii* (C. Mull.)Lindb. W21154, WA860312, WA860437 *
199. *E. taiwanensis* C. K. Wang et S. H. Lin. H0256 *

34. Plagiotheciaceae
200. *Plagiothecium nemorale* (Mitt.)Jaeg. L9814, WA860169, WA861018, H0792 *
201. *P. neckeroideum* B. S. G. L77810, WA860231, H0015, H0112
202. *P. formosicum* Broth. et Yas. WA860071 *
203. *P. cavifolium* (Brid.)Iwats. WA860044f *

35. Sematophyllaceae
204. *Aptychella robusta* (Broth.)Fleisch. C1585, K. F16, W21118, H0734 Δ*
205. *Sematophyllum* cf. *phoeniceum* (C. Mull.)Fleisch. WA860096, H0121 Δ*
206. *Heterophyllium confine* (Mitt.)Fleinch. WA860883 *
207. *Brotherella* cf *nictans* (Mitt.)Broth. HE4554
208. *Glossadelphus latifolius* Wu et X. Y. Hu n. sp. H0846, X321 Δ+

36. Hypnaceae
209. *Giradiella levieri* C. Muell. W21147
210. *Gollania ruginosa* (Mitt.)Broth. C1648, K. F85, W21010, WA860200, WA860367, H0561 *
211. *Taxiphyllum taxirameum* (Mitt.)Fleisch. W21207, WA860095, H0232
212. *Eurohypnum leptothallum* (C. Muell.)Ando W21153, WA860308, H0271 Δ*
213. *Ctendium capillifolium* (Mitt.)Broth. W21041, WA860275, H0297 Δ*
214. *C. molluscum* (Hedw.)Mitt. WA860710, H0527 *
215. *Homomallium incurvatum* (Bird.)Loesk. WA860205 Δ*
216. *Pylaisiella brotheri* Iwats. et Nog. WA860325
217. *Hypnum plumaeforme* Wils. C1539, W21174, WA860307, H0210 H0040
218. *H. sakuraii* (Sak.)Ando. WA860423 * * *
219. *H. oldhamii* (Mitt.)Jaeg. W21103, WA860275, WA860280
220. *Isopterygium* cf. *serrulatum* Fleisch. C1705, WA860162, WA860255 Δ*
221. *Ectropothecium zollingeri* (C. Muell.)Jaeg. WA860334, H0817, H0844 *
222. *Vesicularia montagnei* (Bel.)Broth. WA860340, WA860497 *

37. Rhytidiaceae
223. *Okamuraea hakoniensis* (Mitt.)Broth. WA860621 Δ*

38. Hylocomiaceae
224. *Rhytidiadelphus japonicus* (Reim.)T. Kop. WA860660, H0757, H0760 * * *
225. *R. triquetrus* (Hedw.)Warnst. L7782
226. *R. subpinnatus* (Lindb.)T. Kop. L3665 *
227. *Hylocomium splendens* (Hedw.)B. S. G. WAN4
228. *Neodolichomitra robusta* (Broth.)Nog. C1795, K. F42, WA860689, H0562 Δ*

39. Diphysciaceae
229. *Diphyscium fulvifolium* Mitt. WA860859, H0903 *

40. Polytrichaceae

230. *Atrichum crispulum* Schimp. ex Besch. L77813 *

231. *A. rhystopyllum* (C. Muell.)Par. WA860006a, WA860479 *

232. *A. undulatum* (Hedw.)P. Beauv. L9812, WA860188, H0129

233. *A. brevilamellatum* Wu et X. Y. Hu, n. sp. WA860122 *

234. *Polytrichum commune* Hedw. var. *commune* C1496, C1774, L700106, WA861007 *

235. *P. commune* Hedw. var. *maximoviczii* Lindb. H0044 *

236. *P. commune* Hedw. var. *swartzii* (Hartm.)Moenk. W21025, H0152, H0797, H0808 *

237. *Pogonatum spinulosum* Mitt. C1697, WA860901, WA860955a *

238. *P. akitense* (Lindb.)Par. WA860127, WA860483, H0038 *

239. *P. urnigerum* (Hedw.)P. Beauv. X325, WA860485

240. *P. spurio-cirratum* Broth. L2620, WA860857, H0608, H0700 *

241. *P. cirratum* (Lindb.)Brid. L9807, W21105, WA860207, H0779

242. *P. inflexum* (Lindb.)Par. K. F 64 *

243. *Polytrichastrum* cf. *alpinum* (Hedw.)G. Sm. L2120

244. *P. formosum* Hedw. X333, WA860978 *

245. *P. ohioense* (Ren. et Card.)G. Sm. C1741 *